Lane Medical Library

Aus der Konservierenden Abteilung (Leiter: Professor Dr. Karl Hauenstein) der Universitätszahnklinik München (Vorstand: Professor Dr. Kranz)

Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Verwendung der Diathermie in der konservierenden Zahnheilkunde

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
in der Zahnheilkunde

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Rudolf Wild
Zahnarzt

Bayerische Druckerei & Verlagsanstalt G.m.b.H., München, Müllerstraße 27

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

A. Geschichte.

1. Allgemeine Uebersicht.

Im Jahre 1890 gelang es Nikola Tesla, Wechselströme sehr hoher Frequenz mit auffallenden Eigenschaften darzustellen. Er berichtete schon damals von einer Körpererwärmung bei Versuchen mit seinen Hochfrequenzströmen. Zwei Jahre später war es der französische Physiologe D'Arsonval, der zu seinen physiologischen Untersuchungen beim Durchfluß solcher hochfrequenter Ströme an Versuchstieren erhebliche Temperatursteigerungen an verschiedenen Körperteilen feststellte. Bordier und Lecompt erreichten bei ihren Versuchstieren durch Anlegen einer Elektrode im Munde, die andere im Rektum, derart hohe Temperaturen, daß die Tiere eingingen. Ihnen sowie D'Arsonval jedoch war die auftretende Erwärmung ein lästiger Nebenbefund, wie sich letzterer ausdrückte. Erst 1899 empfahl R. v. Zeyneck als erster die Wärmeentwicklung innerhalb des Körpers zu therapeutischen Maßnahmen auszunützen, nachdem er praktische Erfahrungen damit gemacht hatte. Er schreibt hierüber, daß die Erwärmung offenbar von Joule'scher Wärme herrührt und erklärt, daß die Tesla'schen Schwingungen das einzige Mittel seien, eine gleichmäßige Durchwärmung des Körpers zu ermöglichen.

Zeyneck wendete dann nach mehrjährigen Versuchen seine Methode im Jahre 1905 zur Behandlung eines versteiften Handgelenkes an und konnte dabei einen guten Erfolg erzielen. In dieser Zeit stand die Hochfrequenztechnik noch in ihren ersten Anfängen. Mit den Tesla'schen Apparaturen war es nicht möglich, kontinuierliche Hochfrequenzströme herzustellen, wie ebenso die hohe Spannung der Ströme der Verwendbarkeit gewisse Grenzen auferlegte. Die Paulsen'sche Erfindung des elektrischen Lichtbogens, der es ermöglichte, ungedämpfte Wechselströme sehr hoher Frequenz darzustellen, schien diese Mißstände zu beheben.

Bernd konstruierte auch einen Diathermieapparat mit einer solchen Paulsen-Lampe, den man als den ersten brauchbaren seiner Art ansehen muß. Jedoch erst durch die von Wien erfundene Löschfunkenstrecke, die später sich rasch einführte, ist es gelungen, Diathermieapparate, die den therapeutischen Anforderungen der Tiefendurchwärmung voll genügten, herzustellen. Unabhängig von Zeyneck hat Nagelschmidt die Durchwärmung mit Hochfrequenz in Dresden im Jahre 1907 als Therapie auf dem Naturforschertag unter dem Namen „Diathermie" empfohlen und im August 1909 als chirurgische Diathermie weiter ausgebaut. In der

Zahnheilkunde wurden nach Angabe von Feiler im Jahre 1890 durch Breuer schwache galvanische Ströme von wenigen Volt und etwa 1 Milliamperes-Strom unter Verwendung von Chlornatrium bei einer Einwirkungszeit von 5 Minuten Dauer verwendet.

Zirler berichtet über eine Versuchsreihe von 1800 erfolgreich behandelten Fällen, wobei er als Dosierung 3 Milliamperes auf eine Dauer von 10 Minuten vorschreibt. Diese Methode der Elektrodesinfektion erreichte aber keine weitere Verbreitung, da sie für die allgemeine Praxis zu umständlich war und, wie Peter und Hofenthal berichten, gegenüber den üblichen Behandlungsarten keine wesentlichen Vorteile bot. Erst im Jahre 1927 kam Sturm zum erstenmal auf den Gedanken, Diathermie zur Behandlung von Pulpitis und Gangrän anzuwenden. Von ihm stammt auch die erste Anregung, das in der Medizin bereits zu hohem Ansehen gekommene Verfahren der Diathermie in unser Spezialgebiet einzuführen. Er ließ sich auch nach seinen Angaben für diese Zwecke einen besonderen Apparat konstruieren. Erst 1930 wurden dann auch zahlreiche mit feinen Meßinstrumenten ausgestattete Dentaldiathermieapparate von der Industrie hergestellt. Von verschiedenen Autoren wurde dann dieses Thema im Schrifttum mehr und mehr diskutiert. Die Meinungen über die Brauchbarkeit und über die Anwendungsarten waren sehr verschieden. Die Hauptindikationsgebiete, Pulpendevitalisation und Gangränbehandlung wurden von den meisten Autoren diskutiert. Sämtliche sahen die Vorteile dieser Behandlungsart in einer raschen Devitalisation, Sterilisation und verkürzten Behandlungsdauer. Bei den einzelnen Autoren gingen die Meinungen über die Ausführungsarten der Behandlung weit auseinander. Zwei grundlegende Fragen, nämlich die Vornahme der Diathermiebehandlung unter Lokalanästhesie sowie die Angabe der Stromdosierung, waren vielfach Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten.

Flohr, Ebers, Sturm und Wasgien führen die Behandlung unter Lokalanästhesie aus, wobei Flohr das Arsen sowie andere Devitalisationsmittel aus der Praxis entfernt wissen will. Sie führen Vorteile in der verkürzten Behandlungsdauer und bei sachgemäßer Anwendung in der Sterilisation durch völlige Verkochung des Kanalinhaltes sowie der Bakterien auch in Fällen von total infizierter Pulpa und oberflächlicher Infektion des Dentins besonders dann an, wenn Krümmungen der Wurzel, Seitenkanälchen und Ramifikationen der Pulpen eine Behandlung mit den sonst üblichen Mitteln nicht zuließen. Dieser Ansicht stehen Feiler, Christiansen, Lewi, Mamlok, Trebitsch und vor allem Münzesheimer gegenüber, die vor einer Anwendung der Lokalanästhesie ernstlich wegen der unbedingten Gefahr von Verbrennungen warnen.

Christiansen empfiehlt in erster Linie für die Behandlung infizierter Wurzelkanäle die Diathermie. Mamlok und Lewi ziehen die Devitalisation mit dem üblichen Arsen und nachherige Diathermiebehandlung einer solchen mit Injektion vor. Münzes-

heimer lehnt eine Injektion deshalb ab, weil er an eine Unmöglichkeit der richtigen Dosierung glaubt. Er schreibt hierüber: „Es ist nicht zuviel gesagt, wenn man behauptet, bei Anwendung der Diathermie unter Lokalanästhesie weiß man nur mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit, daß man falsch dosiert. Es ist so gut wie ausgeschlossen, daß man für die alleinige Koagulation der Pulpen die richtige Dosis je findet, da der Widerstand der Pulpen immer unbekannt ist und hier auch nicht durch Empfindungsangabe im Periodontium ersetzt werden kann." Er rät infolgedessen zur Devitalisation mit Arsen und nachfolgender Koagulation zur Erleichterung der Exstirpation, wobei er nach nochmaliger Desinfektion des Kanals mit Diathermie die Wurzelfüllung anschließt.

Die Angaben über Stromdosierung boten ebenfalls Anlaß zu Meinungsverschiedenheiten. Da genaue Kenntnisse über den Widerstand und damit über die im Wurzelkanal auftretenden Temperaturen fehlen und sich auch nicht mit einer Sicherheit die zur Aufstellung bestimmter Dosierungsströme und -zeiten notwendigen Faktoren ein für allemal ermitteln lassen, ist man bei der Behandlung auf sein Gefühl sowie auf die eigene Geschicklichkeit und auf die subjektiven Angaben von seiten des Patienten angewiesen. Dennoch gaben einzelne Autoren Orientierungsdosierungen an, die jedoch ziemlich stark variieren. Während die Gebr. Flohr mit 80—120 M.A. auf eine Dauer von 1—2 Sekunden mit einer Kühlpause von 10—15 Sekunden arbeiten, dosiert Mamlok für die anästhesierte Pulpa mit Arsen 60 M.A. auf 1—2 Sekunden bei einer Kühlpause von 8—10 Sekunden. Dieser Vorgang wiederholt sich dreimal, wobei man zuerst am Foramen apicis, dann nochmals daselbst und ein drittes Mal in Kanalmitte Strom gibt.

Flohr gab kurz darauf selbst niedrigere Stromstärken von 60—80 M.A. an. Diese Abweichung der Maximaldosen von etwa 40% bei den Angaben eines einzigen Autors dürften uns schon ein Fingerzeig für die Schwierigkeit genauer Dosierungsangaben sein, da obendrein die Strommessung dieser kleinen Ströme ungeahnte Schwierigkeiten machte, worauf wir jedoch noch später zu sprechen kommen.

Die Frage, ob Amputation oder Exstirpation mit Diathermiebehandlung günstiger wäre, hat ebenfalls zu einem regen Meinungsaustausch geführt. Für die Pulpenamputation setzten sich Ebbers, Flohr, Wolf und Müller ein. Münzesheimer erklärt die Amputationsmethode als undurchführbar, da nach seiner Meinung eine Koagulation zuerst am Foramen eintritt. Die Gangränbehandlung, die uns in vorliegender Arbeit besonders interessiert, hat viele Autoren veranlaßt, Versuche anzustellen, wobei wiederum die Gebr. Flohr 1930 bereits Angaben über ihre Ergebnisse sowie eine genaue Indikationsstellung für die Behandlung gaben. Sie sahen das Hauptanwendungsgebiet in der Behandlung von Frontzähnen und Prämolaren mit bis zum Apex durchgängigen Kanälen. Bei Molaren

sehen sie eine Behandlung nur unter günstigen Voraussetzungen, d. h. weiten Kanälen, als erfolgversprechend an. Auch Sturm erklärt unzugängliche Kanäle als ungeeignet. Hiergegen wendet sich Münzesheimer (1931), indem er sagt: „Würde die erfolgreiche Sterilisation mit Hochfrequenz wirklich an die Möglichkeit gebunden sein, die Wurzelkanäle vollständig instrumentell eröffnen zu können, so wäre es Zeit, die Akten über das nur mit teurer Apparatur ausführbare Verfahren zu schließen." Sämtliche vorgenannten Autoren führen die Gangränbehandlung ohne Anästhesie durch, wobei sie das subjektive Empfinden des Patienten als großen Vorteil bei der Anwendung bezeichnen. Die Stromstärken, die angewendet werden, sind sehr verschieden, richten sich jedoch zum großen Teil nach der individuellen Toleranzgrenze. Feiler macht diese abhängig

1. von der Weite des Foramens und der Wurzelkanäle,
2. von der Beschaffenheit des Dentins und
3. von der Zahngattung.

Bei der Gangränbehandlung gehen zwei Gruppen von Autoren getrennte Wege. Sturm, Christiansen, Flohr und Feiler, also die Autoren des Jahres 1929, versuchen eine Sterilität durch die Wirkung des Diathermiestroms allein zu erreichen, während die späteren Autoren im Jahre 1930 und 1931, wie Flohr, Lewi, Ebbers, Henseler, Mamlok und Münzesheimer Medikamente im Wurzelkanal erhitzen und durch die damit verbundene Potenzierung der Desinfektionskraft zum Ziele gelangen. Den Abschluß der Behandlung erreichen fast sämtliche Autoren in 2 bis 3 Sitzungen, was gegenüber der sonst üblichen Behandlung einen wesentlichen Fortschritt bedeutet, wenn man in Betracht zieht, welch große Anzahl von Einlagen oft nötig ist, um in hartnäckigen Fällen von Gangrän zum Abschluß zu kommen. Die meisten Autoren, sowohl deutsche wie auch ausländische, heben die klinischen Erfolge lobend hervor, wenngleich über die Sterilität im Wurzelkanal Meinungsverschiedenheiten herrschen.

1. Physik der Diathermie.

Hochfrequenzströme, wie sie zur Diathermierung verwendet werden, sind Ströme einer Funkenzahl von mehreren Hunderttausend einer großen Stromstärke bis zu 5000 M.A. bei einer Spannung von 150—300 Volt. Erzeugt werden sie in einem Oszillatorkreis, welcher aus Kapazität, Selbstinduktion und Oszillator besteht. Bei den am meisten verbreiteten Diathermieapparaten wird der Oszillator durch eine Funkenstrecke gebildet.

In der ursprünglichen Form bestand die Funkenstrecke aus zwei Kugelelektroden, wie sie uns vom Funkeninduktor her bekannt sind. Ihr Nachteil ist jedoch die große Dämpfung, die dadurch entstand, daß die einzelnen Entladungen durch zu lange Pausen getrennt

waren. Die von Wien angegebene Löschfunkenstrecke beseitigte durch ihre besondere Konstruktion (tellerförmige Elektroden mit einem Abstand von 0,1—0,3 mm) bei einer durch besondere Kühlrippen bewirkten raschen Abkühlung eine sehr schnelle Löschung der einzelnen kleinen Fünkchen. Hierdurch erhält man eine wesentliche Vergrößerung der Funkenzahl und damit der dem Schwingungskreis zugeführten Energie. Verschiedentlich wurde von der Industrie der Weg des Elektronenröhrenoszillators zur Herstellung hochfrequenter Wechselströme begangen. Hierbei werden die üblichen Funkenstrecken durch Elektronenröhren ersetzt, was den Vorteil bietet, daß man absolut ungedämpfte Schwingungen beliebiger Frequenz erzeugen kann. Derartige Apparate wurden auch von der Industrie hergestellt, konnten sich jedoch für größere Apparate bis heute wegen der höheren Anschaffungskosten nur bei der Ultra-Kurzwellen-Diathermie durchsetzen. Es wäre jedoch für unser Fach, wo es sich um kleinere Apparate handelt, durchaus empfehlenswert, Röhren-Diathermieapparate zu konstruieren, mit welchen es möglich wäre, die von Löschfunken-Diathermieapparaten verursachten Störungen zu vermeiden. Der Betrieb eines Diathermieapparates verursacht nämlich in den Funkempfangsgeräten infolge ihres breiten Wellenbandes, das sie aussenden, ein störendes Geräusch, das jeden Empfang auf mehrere Kilometer unmöglich macht. Eine von der deutschen Reichspost zur Sicherung des Funkverkehrs, wozu auch der Rundfunk gehört, verlangte Entstörungsvorrichtung ist in ihren Gestehungskosten um ein Vielfaches höher als die gesamte Diathermieapparatur selbst. Eine wirklich wirksame Entstörung ist möglich durch Abschirmung des Diathermieapparates und des Patienten mit einem Faraday'schen Käfig. Für den Zahnarzt würde das bedeuten, daß Behandelnder, Patient, Helferin und das gesamte Instrumentarium in einem geerdeten Drahtkäfig, der die ausgesendeten Schwingungen zur Erde ableitet, sich befinden. Es ist einleuchtend, daß eine solche Forderung nicht für uns tragbar ist. Es ist deshalb bis jetzt so geregelt, daß in den Städten, während der sogenannten Hauptsendezeiten und während politischer Uebertragungen Diathermieanwendung allgemein, von dringlichsten Fällen abgesehen, verboten war. In Zukunft soll jedoch, wie wir auf Erkundigungen bei zuständigen Behörden in Erfahrung brachten, durch Reichsgesetz diese Frage zweifellos mit Beschränkung der Diathermiezeiten zu unserem Nachteil geregelt werden. Eine Festlegung der Verwendung von Diathermieapparaten auf einzelne Tagesstunden wäre für den Zahnarzt unmöglich, da ja der Sprechstundenbetrieb in den meisten Praxen auf den ganzen Tag ausgedehnt ist und man nicht auf dieses Hilfsmittel verzichten kann, wenn man einmal damit eingearbeitet ist. Wir haben in der Erkenntnis dieses Mangels, einen von uns versuchsweise aus einem Röhrengenerator dem speziellen Zweck angepaßten Kleindiathermieapparat gebaut. Es war für uns zunächst interessant, festzustellen,

inwieweit es möglich wäre, unter Berücksichtigung der vorhandenen örtlichen Stromverhältnisse eine für unsere Wurzelbehandlungen ausreichende Stromausbeute zu erreichen. Da vielfach in den Städten heute noch Gleichstromnetze vorhanden sind und sich an diese Löschfunkendiathermieapparate nur unter Zwischenschaltung von Gleichstrom-Wechselstrom-Umformern verwenden lassen, wollten wir versuchen, diese Umformung zu umgehen. Es stand zu erwarten, daß bei einem Lichtnetz von 220 Volt Spannung mit Hilfe von kleinen Senderöhren ausreichende Energiemengen hergestellt werden könnten, um mit ihnen Wurzelbehandlungen durchführen zu können.

Um die vorgenannten Rundfunkstörungen zu vermeiden, genügt es, die Wellenlänge des Diathermieapparates so einzustellen, daß sie außerhalb der Ortssendewelle, für München 405, liegt. Wir haben die Welle unseres Diathermieapparates zwischen 2—300 m festgelegt, da in diesem Wellenbereich nicht zu erwarten stand, daß auch der Fernempfang empfindlich gestört würde. Wir haben unmittelbar neben dem eingeschalteten Diathermieapparat einen hochempfindlichen Radioempfänger aufgestellt und konnten mit diesem gleichzeitig einen vollständig ungestörten Empfang erzielen. Die Energieausbeute reichte zur Wurzelbehandlung vollständig aus. Es ist uns auch möglich gewesen, kleinere Schleimhautabtragungen auszuführen. Eine genaue Beschreibung unserer Apparatur soll in einer späteren Arbeit niedergelegt werden.

2. Wirkungen des Hochfrequenzstromes.

Während beim Durchgang elektrischer Ströme durch flüssige oder feste Körper diese durch Elektrolyse in ihrer Zusammensetzung verändert werden, tritt bei der Anwendung von Hochfrequenz diese Störung nicht ein. Es wird die elektrische Stromenergie, die durch den Körper geschickt wird, hier bei dieser Stromart auf ihrem Weg durch den Körper in kalorische Energie umgesetzt. Diese entstehende Wärme, die zum Gegensatz zu anderen Wärmebehandlungen, wie Solux, Heizkissen usw., auf der ganzen Strombahn, also auch im Inneren eines Körpers entsteht, läßt sich nach dem Joule'schen Wärmegesetz errechnen. Dieses lautet: Die entstehende Wärme W ist dem Quadrat der Stromstärke i, dem Widerstand des Leiters (Körperteil) w, und der Dauer der Anwendung t, proportional.

$$W = i^2 \cdot x \cdot w \cdot x \cdot t.$$

Die Anwendung dieses Gesetzes ist für die Diathermiebehandlung ganz neuartig, da sie für alle anderen elektrischen Behandlungsarten wegen der niederen Stromstärken ganz unerheblich war (Bucky). Die Temperaturerhöhung eines Körpers, die durch die Wärmemenge W erzielt wird, ist abhängig von seiner Masse m und

seiner spezifischen Wärme s. Durch die Wärmemenge W erhält der Körper eine Temperatursteigerung von z Celsius-Graden.

$$z = \frac{W}{m \cdot x \cdot s} = \frac{i^2 \cdot x \cdot w \cdot x \cdot t}{m \cdot x \cdot s}.$$

Die Erwärmung, wie sie sich nach diesem Gesetz ausdrücken läßt, setzt natürlich einen Körper homogener Beschaffenheit voraus. Der menschliche Körper besteht aus verschiedenartigsten Geweben, deren Widerstand nach W i l d e r m u t h unter Zugrundelegung einer Einheit von 0,5prozentiger chemisch reiner NACL-Lösung bei 18° C = 1 festgelegt ist. Danach hat den größten Widerstand

Fett	= 19,4
Gehirn	= 5,5—6,8
Lunge	= 3,5—4
Leber	= 2,8—3.3
Haut	= 2,5—3
Muskel	= 1,2—1,5

Nach B u c k y steht an erster Stelle mit dem größten Widerstand Knochen, dann folgen Fett, Haut, Muskeln, Nerven, Blut und Serum mit dem geringsten Widerstand. Von weiterer Bedeutung für die Diathermiebehandlung ist ein Gesetz, in dem sowohl die Länge des vom Strom durchflossenen Leiters als auch der Querschnitt und sein spezifischer Widerstand Berücksichtigung finden.

Hierbei ist der Widerstand

$$w = \frac{1 \text{ Länge des Leiters}}{S \text{ Querschnitt des Leiters}} \times s \text{ spez. Widerstand.}$$

Danach das Joule'sche Gesetz:

$$w = i^2 \cdot x \cdot w \cdot x \cdot t = \frac{i^2 \cdot x \cdot 1 \cdot x \cdot s \cdot x \cdot t}{S}.$$

Hiernach wäre die entstandene Wärme festgelegt, wenn man mit stabilen Verhältnissen rechnen könnte und wenn der elektrische Widerstand z. B. des Wurzelkanalinhaltes einen einheitlich zahlenmäßig angebbaren Wert hätte (Kuppenheim). Da jedoch durch die Verschiedenheit von Länge und Querschnitt der Wurzelkanäle große Differenzen in den Widerständen vorhanden sind, läßt sich auch mit diesem Gesetz wenig für die praktische Anwendung errechnen. Aus diesem Grunde lassen sich auch für die Praxis weder einheitliche noch für die Behandlungsstromstärke eines einzelnen Falles bestimmte, bindende Angaben machen. Hiermit ist auch schon die Frage eines Meßinstrumentes für die Dosierung angeschnitten. Nach unserer Erfahrung wäre ein Meßinstrument durchaus entbehrlich, da man sich nach der Zeit einerseits und nach der Wärme bzw. Schmerzempfindung, also nach biologischen Faktoren, anderseits

richten muß. Dies gilt jedoch nur solange, als es sich um Wurzelbehandlung handelt.

3. Spezialeinrichtungen der zahnärztlichen Diathermieapparate.

Die Dentaldiathermieapparate sind wegen der notwendigen genaueren Regulierung der Stromstärke mit verschiedenen technischen Neuerungen ausgestattet, die bei den medizinischen Diathermieapparaten nicht nötig sind.

Sie haben zur Messung der Stromstärke meistenteils statt der Hitzedrahtinstrumente ein durch ein dazwischengeschaltetes Thermoelement erregtes, auf magnetischer Grundlage aufgebautes Drehspulinstrument. Der Vorgang bei diesem ist kurz der, daß die in einem dünnen Draht durch den Strom entstandene Wärme dazu verwertet wird, in einem Thermoelement einen Strom zu erzeugen, der seinerseits ein auf feinste Ströme ansprechendes Drehspulgalvanometer zum Ansprechen bringt. Dies gilt für Apparate, die sowohl für Wurzelbehandlung als auch für Durchwärmung zu verwenden sind, wobei natürlich ein solches Instrument zwei umschaltbare Meßbereiche hat. Die kleineren Apparate, die ausschließlich zur Wurzelbehandlung verwendet werden können, verzichten überhaupt auf ein in M.A. geeichtes Meßinstrument und begnügen sich, wie z. B. Siemens, im Pulpamikrotherm mit einem Indikatorlämpchen im Handstück, das nur ungefähre Angaben über die Stromstärke macht. Diese Lämpchen werden für verschiedene Stromstärken geliefert und sind bis 60 bzw. bis 120 M.A. belastbar. An der Helligkeit des Glühfadens ist es mit einiger Uebung möglich, für jeden Fall die richtige Stromstärke zu erkennen. Einige andere Firmen haben sich ebenfalls zum Indikatorlämpchen bekannt, haben dieses jedoch in die Apparatur eingebaut, wobei eine Beobachtung durch den Behandelnden während der Behandlung nur äußerst schlecht möglich ist.

Die Koppelung des Patientenkreises ist induktiv, d. h. es besteht zwischen dem primären Energiekreis und dem Patienten keinerlei niederfrequente Verbindung, so daß eine Gefahr für das Leben des Patienten durch die niederfrequente Hochspannung so gut wie ausgeschlossen ist. Die Ankoppelung des Sekundärkreises (Behandlungskreis) ist nicht variabel. Beide Spulen sind unter der Zwischenschaltung einer genügend sicheren Isolation starr übereinander gewickelt. Die Regelung geschieht dann bei den meisten Apparaten durch einen variablen Widerstand im Sekundärkreis, der für Wurzelbehandlung als Spannungsteiler für Durchwärmung und Schneiden als Vorschaltwiderstand benutzt werden kann.

Sturm verwendet zur Regulierung einen variablen Kondensator im Sekundärkreis, mit dem er die Wellenlänge zum Primärkreis hin verstimmt. Auf diese Weise erzielt er eine feinere Regulierung, was jedoch nur für Apparate schwächerer Leistung Gültigkeit hat, da bei großen Apparaten ein Drehkondensator allein nicht

genügen würde, um mit Verstimmung bis 0 M.A. herab zu regulieren. Auch wir benützen zur Regulierung einen Kondensator im Sekundärkreis, mit dem wir, ohne O h m'sche Verluste durch Verstimmung die Energien, in brauchbaren Grenzen regulieren. Diese Regulierungsmethode hat sich nach unseren eigenen Untersuchungen als die brauchbarste erwiesen.

Sämtliche Kabel, die hochfrequente Wechselströme führen, strahlen einen Teil dieser Energie gleich einer Sendeantenne an die Umgebung ab. Dementsprechend zeigen die Meßinstrumente unsrer Diathermieapparate, die ja schon auf kleinste Ströme ansprechen, immer einen gewissen Strom, der sich in Grenzen zwischen 20 und 100 M.A. bewegen kann, an. Diese Blindstromanzeige hört in dem Moment auf, wo der Behandlungskreis geschlossen wird. Hierbei kann man des öfteren feststellen, daß das Milliamperemeter, das vorher 80 M.A. angezeigt hat, bei geschlossenem Behandlungskreis plötzlich auf 30 bis 50 M.A. zurückgeht, d. h. durch den Stromschluß ist die Abstrahlung nicht mehr möglich und es wird der tatsächlich durch den Patienten verbrauchte Strom gemessen. Bei einigermaßen Uebung und bei Kenntnis der physikalischen Grundlagen dieses Blindstroms wäre gegen sein Auftreten m. E. nach nichts einzuwenden. Um jedoch von vornherein die Anzeige eines Blindstromes durch das Meßinstrument zu verhindern, sah sich die Elektrizitätsgesellschaft Sanitas veranlaßt, ein sogenanntes Sprühschutzkabel zu konstruieren. Dieses ist so eingerichtet, daß es im Inneren einer Isolationshülle den eigentlichen Behandlungsstrom über eine Kupfersele leitet, der dann auch durch das Meßinstrument gemessen wird. Um diese Isolationshülle herum liegt ein Drahtschlauch, der ebenfalls wiederum mit einer Isolationsschicht nach außen hin umgeben ist. Dieser Drahtschlauch ist durch eine besondere Klemme am gleichen Pol des Diathermieapparates angeschlossen, nur mit dem Unterschied, daß der in ihm fließende Strom nicht vom Meßinstrument gemessen wird. Bei eingeschaltetem Apparat zeigt nun das Meßinstrument im Leerlauf keinerlei Strom an. Diese Konstruktion wurde auch von der Herstellungsfirma zur Prüfung an die physikalisch technische Reichsanstalt gegeben, die auf Grund genauer Untersuchungen die Behauptung von Sanitas für richtig erklärt. Allgemeine Verbreitung konnte jedoch trotz gewisser Vorteile das Sprühschutzkabel bis heute noch nicht finden. Jedenfalls glauben wir nach unseren eigenen Erfahrungen, daß die Messung des Stromes unmittelbar im Handstück, wie es S t u r m ausführt, die Anwendung eines Sprühschutzkabels vermeiden läßt, da auch hiermit der Sprühstrom nicht mitgemessen wird.

4. Physiologische Wirkungen.

Sehr früh schon erkannte man, daß den Strömen derartig hoher Frequenzen die Fähigkeit, Reizerscheinungen des Nervensystems,

wie dies bei Gleich- und Wechselstrom niederer Frequenz der Fall ist, auszulösen, fehlt. Aus diesem Grunde wurde von diesen Strömen ein Eindringen in den Körper nicht erwartet. D'Arsonval hatte jedoch die richtige Vermutung, daß die hohe Frequenz der Ströme die Unerregbarkeit sensibler und motorischer Nerven bedinge. Nernst stellte auf Grund genauer Studien ein Gesetz auf, das lautet: „Die Reizstörung des elektrischen Stromes auf die Nerven ist direkt proportional der Stromstärke, und umgekehrt der Quadratwurzel aus der Frequenz."

$$\text{Reizwirkung} = \frac{\text{Stromstärke}}{\text{Frequenz}}.$$

Je größer also die Stromstärke und je geringer die Frequenz, um so größer der Reiz auf das Nervensystem, je höher die Schwingungszahl, um so geringer die Reizwirkung (Flohr). Gildemeister beobachtete bei seinen physiologischen Untersuchungen, daß noch Wechselströme eine Frequenz von 100 000 Reizerscheinungen hervorrufen, über 200 000 jedoch jeder Reiz aufhört. Hieraus ergibt sich, daß auch dann bei einer derartigen Reizlosigkeit diesen Strömen jede elektrolytische Wirkung fehlen muß. Denn als bekannt darf man voraussetzen, daß niederfrequente Gleich- und Wechselströme durch die Wirkung ihrer elektromotorischen Kraft imstande sind, Lösungen zu zersetzen. Aus diesem Grunde sind auch derartige Ströme für den Durchtritt durch den menschlichen Körper, den wir als ein System neben- und übereinandergelagerter Elektrolyden, die durch permeable Membrane getrennt sind, ansehen müssen, nicht geeignet. Bei ihrem Stromdurchtritt durch das Gewebe kommt es zu einer Ionisationsänderung der Zellen untereinander, somit zu einer Veränderung der Konzentration des Zellinhaltes. Eine Dissoziationsänderung dieser Art innerhalb eines Nervs wird sodann einen Reiz auf denselben ausüben. Nernst sagt zu dieser Frage: „Da der Strom nämlich im wesentlichen keine anderen Veränderungen hervorruft, als daß an der Grenze von Protoplasma und der dasselbe berührende wässerigen Lösung eine Konzentrationsänderung eintritt, so haben wir hierin offenbar das erregende Moment zu erblicken." Hiernach ist auch er der Ansicht, daß keine Elektrolyse ohne vorhergehenden elektrischen Reiz eintreten kann. Da nun dem Hochfrequenzstrom die Fähigkeit der Elektrolyse fehlt, so können wir auch bei ihm keine Reizwirkung erwarten. Somit passiert dieser Strom hochfrequenter Schwingungen (über 200 000 pro Sekunde) den Körper, ohne jede Reizwirkung und Elektrolyse. Unter besonders zu berücksichtigenden Applikationsmethoden steht also der Anwendung größerer Stromstärken und hoher Spannung nichts im Wege. Den elektrischen Grundgesetzen sind natürlich auch die Hochfrequenzströme unterworfen. Deshalb tritt in dem Leiter eines Stromes (Körper) je nach seinem Widerstand eine Erwärmung auf, die wir infolge

fehlender Dissoziation bis in erhebliche Tiefen lebenden Gewebes vortragen können, ein Vorteil, der sich nur mit dieser Stromart erreichen läßt. Durch diese Erwärmung wird im Leiter eine aktive Hyperämie erzeugt, wobei durch Herabsetzung des Gefäßtonus eine Erweiterung der Blutgefäße eintritt. Die damit verbundene Erhöhung der durchfließenden Blutmenge bringt gleichzeitig eine Erhöhung der Lymphzirkulation mit gesteigerter Resorptionskraft sowie eine schmerzstillende Wirkung hervor. Die durch letztgenannte Faktoren bedingte Erhöhung des Stoffwechsels bringt auch erhöhte Vitalität im Verbande der einzelnen Zellen hervor. Eine Ueberbelastung des Stoffwechsels mit etwaiger Uebermüdung, wie dies bei allen anderen Wärmebehandlungen üblich ist, tritt nicht ein, was Bucky eine Ersparnis im Stoffwechselhaushalt nennt. Die schmerzstillende Wirkung der Diathermie ist außer der Hyperämie nach Goldschneider die Erregung der Wärmezentren, wodurch eine Hemmung der schmerzleidenden Fasern bezweckt wird. Nach Laqueur kommt den Diathermieströmen eine spezifische schmerzstillende Wirkung zu, weil sie mit einer erstaunlichen Regelmäßigkeit auftritt. Auch Kowarschik spricht von einem der Diathermie innewohnenden schmerzstillenden Faktor besonderer Art. Er nimmt an, daß es sich hierbei um einen Faktor elektrischer Art handelt. Er sagt hierüber: „Ich stelle mir den Vorgang gleichsam als eine ins Unendliche verfeinerte Vibrationsmassage der elektrisch oder chemisch wirksamen Atome, der Ionen vor, durch welche die Erregsamkeit der schmerzleidenden Fasern herabgesetzt wird." Funk behauptet, daß ihnen ein direkter Einfluß auf Nerv und Nervendigungen zukommt, und somit durch eine verursachte molekulare Vibration der letzteren wie eine, wenn auch ganz zarte, Massage wirken. Nagelschmidt spricht von einer Erschwerung der zentripedalen Reizleitung durch Erhöhung des Eigentonus der Nervenvibrille, so daß der Schmerzleitung hierdurch ein zu hoher Widerstand entgegengesetzt wird. Diese physiologischen Wirkungen sind m. E. nach nicht nur bei Durchwärmung, sondern auch grundsätzlich bei den vorkommenden Wurzelbehandlungen von Wichtigkeit, was auch Wadewitz feststellen konnte. Hieraus läßt es sich erklären, daß sämtliche Autoren bei akuten sowie auch chronischen Entzündungen schon meist nach der ersten Diathermiebehandlung eine vollständige Schmerzlosigkeit erzielen konnten, selbst in den Fällen starker Periodontitis und Periostitis, wo andere Methoden schon längere Zeit erfolglos angewendet wurden. Ich erkläre mir diese Wirkung bei der Wurzelbehandlung damit, daß die im periapikalen Gebiete auftretende Erwärmung bestehende Entzündung durch seine außerordentliche Resorptionskraft schon nach der ersten Diathermierung zur Heilung bringt. An eine bakterizide Wirkung der Diathermieströme ist nach den Versuchen von Laqueur, Santos, Zeyneck, Durig und Grau nicht zu glauben, da die angewandten Temperaturen nicht genügen

würden, die vorkommenden Bakterien zu schädigen. Die von Nagelschmidt als indirekte Wirkung der Diathermie angegebene Stimulierung der antibakteriellen Schutzkräfte ist für den gangränösen Wurzelkanal nicht in Betracht zu ziehen, da in ihm ja eine Aktivierung von Toxinen und Antitoxinen aus stimuliertem Blute nicht stattfinden kann. Trotzdem ist für die Zahnmedizin eine Ausnützung der physiologischen Wirkungen nach unserer Erinnerung in so reichlichem Maße vorhanden, daß man der Diathermie vor allen anderen elektrischen wie auch Wärmebehandlungsmethoden die erste Stelle in der Therapie einräumen muß.

Wenngleich in vorliegender Ausführung die Diathermie in ihrer Verwendung zur Wurzelbehandlung von besonderem Interesse ist, so ist es notwendig, ihre Anwendungsmöglichkeiten im allgemeinen einer kurzen Betrachtung zu unterziehen:

Anwendungsmöglichkeiten.

1. Durchwärmung von Geweben.

Für Tiefendurchwärmung ist entsprechend dem gesamten Gebiete der Hyperämietherapie eine Indikation gegeben in allen Fällen zur Bekämpfung von Schmerzzuständen auf der Basis von Entzündungen, wie Ostitis, Periostitis, bei marginellen und apikalen Erkrankungen des Periodontiums, sowie zur Nachbehandlung nach chirurgischen Eingriffen. Die Behandlung der Nebenerscheinungen bei Paradentose, bei der nach Henseler-Prinz, Sachs und Olesen gute Erfolge erzielt haben sollen, gehört unserer Meinung nach in die Hand des Internisten, ebenso wie die nach Boehnheim angeregte Hypophysendurchwärmung, die gleichzeitig mit einer Organtherapie verbunden werden soll. Nach Boehnheim sollen nämlich 25% aller Paradentosen auf Hypophysendisfunktion zurückzuführen sein.

2. Kaltkaustik.

Der Hochfrequenzschnitt eignet sich zur Eröffnung von Abszessen in der Mundhöhle sowie zur Entfernung von Tumoren, da eine Keimverschleppung unmöglich ist, besonders gut. Die Entfernung von Schleimhautlappen, durchbrechenden Weisheitszähnen sowie wucherndem Zahnfleisch in Kavitäten, ferner die Verwendung zur Gingivoektomie sichern der Diathermie weitgehende Verbreitung. Die Hauptanwendung des Hochfrequenzstromes jedoch liegt in der Wurzelbehandlung, die sich erstens zur Devitalisierung der lebenden, sowohl gesunden wie auch entzündeten Pulpa und zweitens auf Gangränbehandlung erstreckt. Zur Behandlung von Pulpen wird der Koagulationseffekt herangezogen. Die Koagulation wird nach den Angaben sämtlicher Autoren dadurch erreicht, daß in den verschiedenen Kanalabschnitten mittels einer Miller-Nadel Strom appliziert wird. Hierbei müßte nach allgemeiner Ansicht und

nach den physikalischen Gesetzen an der engsten Stelle (Apex) infolge Zusammenlaufens sämtlicher Stromlinien eine Hitze auftreten, die zur Koagulation des dort befindlichen Eiweißes ausreichen müßte. Die hierzu benötigten Stromstärken würden sich nach der jeweiligen Weite des Foramen Apikale zu richten haben. Es ist jedoch, wie wir bereits in einem früheren Abschnitt berichtet haben, sehr schwer, für jeden Fall eine passende Stromstärke zu finden, so daß, wie wir durch Versuche feststellen konnten, der Erfolg der Koagulation sehr verschiedenartig ausfällt. Tritt nämlich bei zu geringer Wärmeentwickelung tatsächlich eine Koagulation am Foramen ein, so ist hiermit für die Exstirpation der Pulpa noch sehr wenig geschehen. In mehreren Fällen konnten wir feststellen, daß die saftreiche Pulpa in den breiteren Kanalabschnitten unverändert war und sich nicht in toto exstirpieren ließ, sondern es gelang uns nur schwerlich und stückweise, dieselbe zu entfernen, während am Apex eine deutliche Koagulation stattgefunden hat. Dieses Ergebnis würde natürlich sehr gegen die Annahme der Methode sprechen, da nur in einem ganz kleinen Abschnitt eine Temperatur erreicht wurde, die nach Nagelschmidt zur Koagulation der meisten Gewebe ausreichend ist, die anderen Kanalabschnitte aber praktisch unbeeinflußt blieben, was heißt, daß bei infizierten Pulpen eine Beeinflussung der Bakterien nicht erfolgte. Der Idealfall, nämlich daß die Pulpa auf dem ganzen Strang koaguliert wäre, wurde auch, wie mehrere Autoren berichten, nur selten erreicht. Die meisten Autoren begnügten sich mit der Annahme einer totalen Koagulation der Pulpa, außer Flohr, der histologische Untersuchungen über Koagulation vornahm. Auch Sturm zweifelte daran, daß die gesamte Pulpa koaguliert würde. Seine Untersuchungen bestätigten auch diese Zweifel. Er erklärte sich die teils mangelhafte Koagulation damit, daß das feuchte Dentin zu viel Strom aufnimmt und an das Paradentium ableitet. Eine Koagulation der Pulpa tritt dadurch nicht eher ein, als bis das Paradentium selbst in einem Grade erwärmt, der genügen würde, dasselbe zur Verkochung zu bringen. Daß der Diathermiestrom die Pulpa koagulieren läßt, erkennt auch Balters an, spricht sich aber bezüglich der vielfach angenommenen Meinung, daß sich die Koagulation. am Apex beginnend, gegen die Kronenpulpa hin fortsetzen soll, dahingehend aus, daß dies wegen der Leitfähigkeit des Dentins nicht möglich wäre. Wadewitz hat sich um die Feststellung des histologischen Bildes koagulierter Pulpen angenommen und dabei festgestellt, daß bei einer stark überdosierten Pulpa ein histologisch vollkommen strukturloses Gewebe gefunden wurde. Drei weitere Pulpen waren ohne jede Spur von Koagulation vollständig erhalten. Eine Pulpa dagegen machte nach Ansicht der Autoren den Eindruck einer vollständigen Koagulation. Danach kam Wadewitz zur Ansicht, daß nur in einem Falle die richtige Dosis gefunden wurde. Wir konnten an einer größeren Anzahl von Zähnen verschiedener

Art die Feststellung machen, daß bei einigermaßen Erfahrung eine für den Erfolg unserer Behandlung notwendige Exstirpation der Pulpa durchaus möglich ist und können auch feststellen, daß infolge der Schrumpfung des Pulpengewebes die Exstirpation bedeutend erleichtert würde, nehmen jedoch an, daß wir teilweise bereits Temperaturen im Kanal erzeugt haben, die das Pulpengewebe zur Austrocknung, ja sogar zur Karbonisierung gebracht hat. Die von uns vorgenommenen Behandlungen lebender Pulpen wurden ausschließlich ohne Anwendung von Lokalanästhesie durchgeführt.

In einem Falle, wo aus prothetischen Gründen ein $\underline{1}$ in kürzester Zeit devitaliert werden sollte, haben wir die Koagulation unter Lokalanästhesie durchgeführt und dann sofort die Wurzelfüllung angeschlossen. Die Patientin kam nach 24 Stunden mit einer leichten Periodontitis, die wir auf die Chlorzink-Wurzelfüllung zurückführten. Tatsächlich trat nach Angaben der Patientin am dritten Tage eine Verminderung der Schmerzen ein, was unsere Annahme der medikamentösen Reizung noch bestärkte. Am fünften Tage, an dem eine vierteilige Brücke eingesetzt werden sollte, deren einer Stützpunkt der $\underline{1}$ war, war der Pfeiler stark gelockert. Das Zahnfleisch in seiner Gegend war dunkelblaurot verfärbt. Schmerzen waren nicht vorhanden. Eine genaue Untersuchung dieser Stelle ergab eine vollständige Verbrennung der lapialen Alveolenwand sowie der diese bedeckenden Schleimhaut. Am darauffolgenden Tage mußten wir den Zahn extrahieren. Sein Paragentium war vollständig koaguliert. Nach Ausräumung der koagulierten Massen verblieb ein kirschgroßer Defekt, der rasch ausheilte. Die Untersuchung des extrahierten Zahnes zeigte starke Verästelungen im apikalen Teil der Wurzel. Wir erklären uns den Mißerfolg damit, daß durch die vielen Ramifikationen dieselben Verhältnisse wie bei weiten Foramen apikale gegeben sind. Es wurde also, durch die anatomischen Verhältnisse bedingt, eine Schädigung des periapikalen Gebietes gesetzt, die sich nicht voraussehen ließ, da uns ein Röntgenbild nicht notwendig erschien. Um Schädigungen der vorgenannten Art, wie wir sie auch leichteren Grades noch verschiedentlich beobachten konnten, restlos auszuschalten, haben wir die Hochfrequenz-Devitalisation nicht mehr ausgeführt.

Wir gehen mit Münzesheimer einig, wenn wir die Devitalisation durch Arsen und ähnliche Mittel der Hochfrequenzbehandlung vorausgehen lassen und schließen in der zweiten Sitzung nach Hochfrequenzbehandlung mit nachheriger Wurzelfüllung die Behandlung ab. Eine zweite Sitzung nehmen wir also als kleinen Nachteil gegenüber der öfter beobachteten, irreparablen Schädigung einer Verbrennung gerne in Kauf. Die Behandlung führen wir nach Münzesheimer, wie folgt, aus: Das Pulpenkavum wird breit eröffnet und, da meist die Kronenpulpa noch stark blutet, dieselbe mit der Millernadel der Handelektrode unter leichter

Stromgabe sondiert. Nach dieser Sondierung wird mit sterilem Exkavator oder Rosenbohrer die Kronenpulpa entfernt. Hierauf gehen wir mit der Elektrode bis ungefähr in die Hälfte des Wurzelkanals ein und geben dort Strom bis zu einer Schmerzäußerung des Patienten. Diese Stromgabe wiederholen wir mit einer Unterbrechung von mindestens 20—30 Sekunden für jeden Wurzelkanal 2—3mal. Hierauf läßt sich die Pulpa in tot exstirpieren. Die Zeiten der Stromgaben variieren zwischen 2 und 10 Sekunden. Die Stromstärken betrugen zwischen 40 und 100 M.A. Nach der Exstirpation wird der Wurzelkanal mit einer Wasserstoffsuperoxyd-Chloramin-Lösung gefüllt und bis zur Empfindungsangabe von seiten des Patienten mit Strom beschickt. Wir trocknen hierauf mit sterilen Papierspitzen die Wurzelkanäle aus und füllen mit Jodoformsilberpaste und Silberstift ab. Statt der Papierspitzen verwenden wir neuerdings mit Watte umwickelte Donaldson-Nadeln, die wir während der Behandlung durch Abbrennen von 90%igem Alkohol sterilisieren. Bei mehrwurzeligen Zähnen muß natürlich, um ein Ueberfließen des Hochfrequenzstromes von Kanal zu Kanal zu verhindern, der Versuch gemacht werden, Flüssigkeitsbrücken unter allen Umständen zu vermeiden. Dies ließ sich nach unserer Erfahrung im Oberkiefer bei Molaren nur schlecht erreichen. Wir halfen uns damit, daß wir diejenigen Kanäle, die wir behandeln wollten, jeden für sich zu den anderen hin durch eine isolierende Guttaperchaschicht trennten, d. h. den Eingang zu den anderen Kanälen durch eine Guttaperchalage verschlossen. Dieses kleine Hilfsmittel, das sei vorweggenommen, hat uns auch bei Gangränbehandlung, wo sehr oft bei mehrwurzeligen Zähnen von drei Kanälen nur einer bei der Behandlung Schwierigkeiten machte, ausgezeichnete Dienste erwiesen. Die Methode, die sich mit einiger Uebung leicht durchführen läßt, wurde von uns bei einer großen Anzahl von Zähnen angewandt, ohne daß Schwierigkeiten entstanden wären, so daß wir sie mit Münzesheimer ohne Vorbehalt empfehlen können.

In vorliegender Arbeit haben wir uns besonders mit der Behandlung und Untersuchung von Gangränfällen befaßt und möchten in nachstehendem hierüber berichten. Bei der Gangränbehandlung, gleich welcher Methode, geht man davon aus, eine möglichst weitgehende Desinfektion des Wurzelkanals und der Dentinkanälchen zu erreichen. Durch Anwendung des Diathermiestromes in Verbindung mit Medikamenten läßt sich ein wesentlich größeres Desinfektionsmaß erreichen als durch Medikamente allein, da durch die auftretende Erwärmung des in den Wurzelkanal eingebrachten Medikamentes, dessen bakterizide Wirkung um ein Vielfaches erhöht wird. Die Gebrüder Flohr haben als erste fest umrissene Richtlinien aufgestellt für die Beschaffenheit eines zur Diathermiebehandlung brauchbaren Medikamentes. Diese Forderungen gehen dahin, daß es erstens eine Flüssigkeit mit gutem Leitvermögen sein muß, zweitens darf das Medikament keine destruierenden Wirkungen auf

das periapikale Gewebe ausüben, drittens muß dasselbe stark bakterizid sein und viertens muß bei einer Erwärmung auf 50—60° C ein Kulminationspunkt antibakterieller Kraft erreicht werden und dasselbe nach Möglichkeit in gasförmigen Zustand übergehen. Diese Eigenschaften haben vor allem Natrium-Hypochlorid und Chloramin. Wir haben zu unseren Versuchen zuerst Pulpolyt nach Dr. Klein und später Natrium-Hypochlorid (Braun-Melsungen) in Verbindung mit Chlorina, das von der chemischen Fabrik Heyden, Dresden-Radebeul, hergestellt wird, verwendet. Dieses wird in dicker breiiger Form in Wasser aufgelöst und in den Kanal eingepumpt. Nach Versuchen von Münzesheimer und nach eigenen Versuchen stellt diese Chlorinalösung das wirksamste Desinfektionsmittel dar, da durch die Erwärmung der Chlorinalösung Chlor in statu nascendi frei wird, welches einen wesentlichen Anteil an der Desinfektion ausmacht. Zur Anwendung von Chloramin zur Desinfektion äußert sich Münzesheimer dahingehend, daß zwischen dem Desinfektionseinfluß des Medikamentes und der hohen Temperatur keine Trennung möglich ist, da hohe Temperaturen ja allein zur Tötung von Bakterien ausreichen würden. Bei Wurzelkanälen, deren Querschnitte in ihrem ganzen Verlauf wenig unterschiedlich sind, würde ja die erzeugte Temperatur ziemlich gleichmäßig sein, da ja auch die Widerstände ungefähr gleich groß sind. Wurzelkanäle hingegen, die sich nach dem Kavum zu stark trichterförmig erweitern, würden zwar im apikalen Wurzelkanalteil eine zur Desinfektion genügend hohe Temperatur erreichen, in den breiteren Abschnitten jedoch würde keine ausreichende Hitze erzielt werden können, ohne daß infolge einer Ueberhitzung des paradentalen Gewebes im periapikalen Gebiet vorzeitig die Stromzufuhr eingestellt werden müßte. Aus diesem Grunde müssen starke Desinfektionsmittel, wie Chlorina, benutzt werden, dessen desinfektorische Kraft bei mäßigen Temperaturerhöhungen stark anwächst. In den verschiedenen Kanalabschnitten mit verschieden großem Durchmesser werden also verschieden hohe Temperaturen erzeugt, deren Höhe durch die Erträglichkeit für das Periodontium bestimmt wird. Wir konnten feststellen, daß bei Anwendung von Chloramin im Wurzelkanal nach diathermischer Durchwärmung ein stark intensiver Chlorgeruch auftrat und dieser in Gegenwart von Detritus besonders deutlich war. Auch trat eine bleichende Wirkung in den meisten Fällen auf. Bei 200 mit Chloramin behandelten Gangränfällen konnten wir keinerlei Reizung beobachten, so daß sich Chloraminlösung für Gangränbehandlung mit Diathermie infolge ihrer hohen bakteriziden Wirkung und wegen ihres geringen elektrischen Widerstandes als sehr brauchbares Medikament bewährt hat.

Im gangränösen Wurzelkanal können sämtliche im Munde vertretenen aeroben Bakterienarten vorkommen. Von diesen kommt der

Streptococcus pyogenes haemolyticus häufig, am häufigsten aber der Streptococcus lacticus Gruse und der Bacillus acidophilus vor. Dem Streptococcus lacticus kommt nach Ansicht von Gruse eine patogene Wirkung nur insoweit zu, als er erst durch Entkalkung des Zahnbeines für die Fäulnisbakterien den Boden für die weitere Zerstörung schafft. Nach Schottmüller erfolgt eine Mutation von Streptococcus lacticus zum Streptococcus viridans und zum Streptococcus pyogenes. Nach Untersuchungen kommen an anaeroben Bakterien bei Pulpengangrän in Betracht: der Mikrokokkus Fischer-Schick, der sporenfreie Stäbchentyp, der sehr dem Gasbrand ähnelt, und der dem Putrifikus identische Sporenbildner. Nach einer Zusammenstellung von Fischer-Schick fanden diese zwei sehr gefährliche, gasbildende, anaerobe Bakterienarten in 24 von 30 putriden Zähnen, woraus sie 14 reine Stämme züchten konnten. Siebenmal wurde der Mikrokokkus Fischer-Schick, ein im Tierversuch stark pathogen wirkender Mikrokokkusstamm, gefunden. Dieser wächst unter Gasbildung in Hirnbrei ohne Geruch bei 37°, ist jedoch gegen höhere Temperaturen sehr empfindlich. Er stellt einen Sondertyp zu den in der Literatur bekannten 9 Arten Mikrokokken dar. Dreimal wurde Bazillus emphysematosus dentium, ein dem Gasbrand sehr ähnlicher, stark pathogener Typ, und viermal Bazillus putrificus festgestellt. Nach Schick's Erfahrungen waren bei seinen Untersuchungen Zähne mit einwandfreier Wurzelfüllung die schlimmsten Bakterienträger, da durch den hermetischen Abschluß derselben geradezu ideale Nährböden für Anaerobier geschaffen wurden. Der starke Gasdruck derselben bringt es mit sich, daß auch andere Keime durch das Foramen in das periapikale Gebiet gepreßt würden, wobei es wahrscheinlich ist, daß auch Streptococcus pyogenes in die Blutbahn kommt. Aus diesem Grunde müssen durch die Wurzelbehandlung sowohl Anaerobier wie Aerobier zerstört werden. Bakteriologische Untersuchungen über diathermierte Zähne, die nach 2—3 Wochen extrahiert wurden, ergaben bei den Gebrüder Flohr vollständige Sterilität. Sie fanden in Bouillon und auf Blutagarplatten, wohin die die Wurzelspitzen und den Bohrstaub aus den Wurzelkanälen brachten, keinerlei Wachstum. Das Material aus Kanälen von 20 anderen Gangränfällen auf Blutagar abgeimpft, war ebenso meist keimfrei. Hieraus leiteten die Gebr. Flohr auch in den tiefsten Dentinschichten eine Sterilität ab, die sie in einer einzigen Sitzung erreicht wissen wollen. Nach Mamlok war auch bei seinen bakteriologischen Untersuchungen Keimfreiheit festzustellen. Er beging insofern nach unserer Meinung einen Fehler, daß er nur Verhältnisse sofort nach der Behandlung zur Prüfung heranzog, was den Nachteil hat, daß er nur über den Wurzelkanal selbst, jedoch nicht über die Dentinkanälchen Aufschluß erhalten konnte. Die Untersuchungen von Münzesheimer sind sowohl vor wie auch sofort nach der Behandlung gemacht worden, wobei er zum Resultat kam, daß von 78 vor der Behandlung infizierten Fällen nach der

Behandlung nur 6 keimhaltig blieben. Aus den nur mit destilliertem Wasser behandelten 53 infizierten Fällen konnten nur 30 sterilisiert werden. Wieviel hiervon allerdings auch später steril blieben, hat Münzesheimer nicht untersucht. Dies war nach seiner Meinung nicht notwendig, da er nie behauptet hatte, daß eine Dauersterilisation erreicht würde. Die von Friedberg unter denselben Voraussetzungen gemachte bakteriologische Untersuchung zeigte dieselben Ergebnisse wie Flohr, Mamlok und Münzesheimer. Genau das Gegenteil weist Wasgien nach, welcher behauptet, daß seine bakteriologischen Untersuchungen mit Ausnahme eines einzigen Falles Wachstum zeigen. Hierauf stützt er auch seine Meinung, daß die von uns angewandten Ströme nicht genügen können, um eine Sterilisation sowohl des Kanals als auch des Dentins herbeizuführen. Hier stehen nun zwei Ansichten gegenüber und man fragt sich, wieso bei dem einen eine Sterilität erreicht wird, während ein zweiter Autor überhaupt keine Sterilisation erzielen kann. Dies ist nach unserer Meinung, die auch Wasgien vertritt, darauf zurückzuführen, daß bei sämtlichen Untersuchungen, die von Flohr gemacht wurden, wahrscheinlich Spuren der angewandten Medikamente ein Wachstum verhinderten, wie dies ja auch bei anderen bakteriologischen Untersuchungen so häufig zu Fehlern in der Beurteilung einer Behandlungsart führte. Wasgien vertritt deshalb den Standpunkt, daß eine völlige Sterilisation wohl möglich sei, daß aber die Stromstärke zur Erreichung dieser Forderung so hoch sein müßte, daß Schädigungen des periapikalen Gewebes und der Alveolen unbedingt eintreten müßten.

Lewy muß hierin auch zugeben, daß die Diathermie zur Sterilisation nur unterstützend mitwirke, erreicht aber eine solche erst durch Anwendung von Radiolixwurzelfüllung, also durch eine kombinierte Diathermiemedikamentwirkung, da er auf Grund seiner Erfahrung viel zu hohe Stromenergien anwenden müßte, die ihrerseits zu Schädigungen der Wurzelhaut führen würden. Dasselbe sagt Müller, wenn er nur von einem brauchbaren klinischen Resultat spricht, und Sturm gibt überhaupt in puncto Sterilität Wasgien recht, gibt sich aber mit der erreichten Keimarmut zufrieden. Wenn man die Ansicht der Bakteriologen sich zu eigen macht, so kann man aus den vorliegenden Tabellen über die Abtötung von Bakterien ohne besondere Ueberlegung entnehmen, daß Streptococcus lacticus bei einer Temperatur von 55° in 20 Minuten, von 60° in 2 Minuten und bei 75° in 3 Sekunden eingeht; Staphylococcus pyogenes aureus noch resistenter ist und bei 65° in 60 Sekunden, 70° in 20 Sekunden und 75° in 5 Sekunden (Patzschke) eingeht. Diese Zeiten sind bei den vorgeschriebenen Temperaturen für unseren Anwendungsbereich viel zu hoch, so daß wir entweder mit Schädigungen auch des periapikalen Gewebes oder mit Mißerfolg in bakteriologischer Hinsicht rechnen müssen. Sehr genaue bakteriologische Untersuchungen hat Wadewitz an 51 Zähnen vorgenommen, wobei erstens

Millernadelproben und als Einlagen verwendete Papierspitzen untersucht wurden. 16 Zähne wurden auf Anaerobier geprüft. 13 von diesen hatten positiven Befund aufzuweisen. Nach Diathermiebehandlung und jedesmaliger Untersuchung nach der ersten bis zur siebenten Sitzung hatten von 14 Fällen nur 3 einen negativen Befund. Sechsmal wurde von Wadewitz Gasbildung und sehr starker Geruch, einmal enorme Gasbildung ohne Geruch und dreimal geringe Gasbildung mit wenig Geruch festgestellt. Aus diesen Beispielen kommt die Autorin zur Behauptung, daß selbst nach wiederholten Sitzungen eine Vernichtung der Anaerobier nicht stattgefunden hat. Von diesen Platten wurden unter dem Zählmikroskop 20 Gesichtsfelder gezählt. Wadewitz stellte nach jeder Einlage die Bakterienzahl fest und erhielt auf diese Weise ganze Zählserien. Von 28 Fällen konnte nur in einem einzigen Falle eine starke Abnahme der Bakterienzahl, dagegen bei 2 ein enormes Ansteigen, und bei 22 ein periodischer Verlauf mit starkem Anstieg, gefolgt von starkem Abstieg, festgestellt werden. Die Kolonien auf 200 Zählplatten hatten ein überaus einheitliches Aussehen von gleichmäßig runder Form und weißlichgelbem Farbton. Die Anzahl mit Kolonien war oft so groß, daß die Platten wie mit einer winzigen Körnchenschicht gleichmäßig besät aussahen. Die Gramfärbung ergab Reinkulturen des Streptococcus lacticus. In zwei Fällen waren nur zwei verschiedene Kulturen zu unterscheiden. In dem einen Falle handelt es sich um Streptococcus lacticus und acidophilus, im anderen Falle um Streptococcus lacticus und Sarzinen. Streptococcus lacticus war in beiden Fällen überwiegend. Das zahlenmäßige Verhältnis der Bakterien in zwei aufeinanderfolgenden Behandlungssitzungen wurde durch Ausstrich einer geringen Menge des Materials festgestellt.

Hierbei waren im Falle 1

Staphylokokken	8
Hefe	107
Strept. lact.	3240
vier Tage später:	
langer Strept. lact.	1204
runder Strept. lact. (fast pyogenes)	3304

Patient 2:

Sarzinen	13
Hefe	64
Strept. lact.	24
vier Tage später:	
Strept. lact. (undurchsichtige Kolonien)	29
Strept. lact. (durchsichtige Kolonien)	87.

Diese beiden Fälle zeigen eine überwiegende Mehrheit von Streptococcus lacticus und seine Widerstandsfähigkeit. In dieser

Uebersicht finden wir die Bestätigung, daß Streptococcus lacticus gegen die Einwirkung von Hitze besonders resistent ist und daß er durch die Kombination Wärme und starke Desinfektionsmittel nicht vollständig vernichtet wird. Wadewitz schreibt hierüber, daß die Verhältnisse nach der Untersuchung so zu liegen scheinen, daß die Erwärmung und das Medikament imstande sind, die Bakterien im Hauptkanal zu vernichten, daß aber die Wärme in den Dentinkanälchen gerade dazu ausreicht, den dort befindlichen Bakterienkolonien günstige Lebensbedingungen zu schaffen. Diese Bakterien wachsen dann üppig weiter und bedingen den Anstieg der Bakterienzahlen. Daß aber nach anfänglichem Anstieg der Bakterienzahlen doch später eine Abnahme derselben festzustellen ist, erklärt Nagelschmidt damit, daß Bakterien durch den Diathermiestrom in ihrer Wachstums- und Teilungstendenz anfänglich sehr gefördert werden, sie aber durch die Vermehrung und eine weitgehende Durchtränkung des Nährsubstrates mit Medikamenten in ihrer Vitalität doch so geschwächt werden, daß sie dem Erhitzen und der Einwirkung des Medikamentes nicht mehr widerstehen können. Hierauf müssen also die Bakterien zahlenmäßig abnehmen. Eine interessante Beobachtung machte Wadewitz damit, daß die klinischen Symptome durchaus nicht immer mit einem Bakterienanstieg zusammenhingen.

Wir haben selbst bakteriologische Untersuchungen an 30 Zähnen vorgenommen, haben jedoch nicht, wie die anderen Autoren, unmittelbar nach der Behandlung, sondern erst teilweise bis zu einem halben Jahr später Guttaperchaspitzen, die wir ohne jedes Medikament als Wurzelfüllung gelegt haben, auf ihren Keimgehalt untersucht. Wir gingen dabei wie folgt vor: Bei der Behandlung dieser Fälle, die unter strengsten Vorsichtsmaßregeln im Hinblick auf Sterilität unter Kofferdam ausgeführt wurden, verfuhren wir nach Münzesheimer. Wir entnahmen nach Abschluß der Behandlung sofort vor der Wurzelfüllung eine Probe mit steriler Papierspitze, die wir in physiologische Kochsalzlösung brachten. Diese Lösung mischten wir mit 5%igem Traubenzuckeragar von 37° und gossen sie zu Platten aus, die wir dann auf 24 Stunden in den Brutschrank brachten. Nach 24 Stunden konnten wir bei keinem dieser Fälle Wachstum feststellen. Es waren also diese Papierspitzen steril geblieben. Erwähnen möchten wir, daß wir, um einen Medikamenteneinfluß von vornherein auszuschalten, die Kanäle vor Entnahme der Probe mit sterilem H_2O ausgewaschen haben. Die Fälle, die wir zur Untersuchung heranzogen, waren meist Prämolaren und Molaren solcher Patienten, die wir jederzeit zu einer weiteren Nachuntersuchung heranziehen konnten. Wir verschlossen die Zähne, die wir für unsere spätere bakteriologische Untersuchung heranziehen wollten, unter Einlage eines sterilen Guttaperchastiftes mit Phosphatzement. Nach zwei Monaten entfernten wir bei 10 Fällen die Stifte unter den üblichen Kautelen und untersuchten sie auf

die gleiche Art, wie unmittelbar nach der Behandlung die Papierspitzen. Ergebnis war, daß nur zwei Fälle noch steril waren. Die Agarplatten der übrigen 8 Zähne zeigten massenhaft runde Kulturen, die nach Gramfärbung als Laktikus-Kulturen festgestellt werden konnten. Es war also in der Zeit zwischen dem Abschluß der Behandlung und der Untersuchung eine Reinfektion eingetreten. Bei weiteren 10 Fällen, die wir nach einem halben Jahr untersuchten, konnten wir bereits nach Eröffnung an den herausgenommenen Guttaperchaspitzen einen deutlichen Gangrängeruch, bei fünf Fällen Durchtränkung derselben mit Sekret, feststellen. Die bakteriologische Untersuchung ergab bei sämtlichen unzählige Kulturen von Laktikushefe und Staphylokokken. Eine Bakterienzählung haben wir nicht vorgenommen. Es ist interessant, daß auch diese Fälle, wie die vorher untersuchten, klinisch absolut reaktionslos waren. Die Eröffnung, die nach fünf Monaten erfolgte, ergab die gleichen Resultate. Wir schlossen aus diesem Grunde eine erneute Behandlung an und füllten mit Jodoform-Silberpaste und Silberstift ab. Eine bakteriologische Untersuchung von 15 weiteren, mit De-Trey-Guttaperchastiften gefüllten Zähnen, wobei wir die herausgenommenen Wurzelfüllungen auf Agarplatten brachten, ergaben nach 24 Stunden Brutzeit nur in vier Fällen Sterilität. Die anderen 11 Fälle zeigten reges Wachstum, und nach 24 Stunden Brutzeit waren alle bei Gangrän vorkommenden Stämme in teils mehr oder weniger großen Kulturen zu finden. Diese Fälle bestärkten uns in unserer schon früher vertretenen Meinung, daß wir im Anschluß an Diathermiebehandlung in der Wahl einer geeigneten Wurzelfüllung dieselben Forderungen an das Material stellen müssen, wie bei jeder anderen Behandlungsart, um eine Dauerversorgung des apikalen Gebietes zu erreichen. Diese Forderungen, die man an ein Wurzelfüllmaterial stellt, sind nach E u l e r folgende:

„1. Es muß leicht, d. h. in flüssigem oder breiigem Zustand, einzuführen und bis in die Tiefen transportierbar sein.
2. Es muß aber anderseits auch ebenso leicht wieder entfernbar sein.
3. Es muß möglichst wandständig und formbeständig sein.
4. Es muß dauerantiseptisch, aber nicht gewebereizend sein.
5. Es muß röntgensicher sein."

Wir verwendeten in der Hauptsache eine Jodoformsilberpaste, die wir durch Nachpressen eines Antäoperchastiftes (mit Silber versetzter Guttaperchastift) verdichteten. Diese Methode hat sich nach unseren Erfahrungen sehr gut bewährt. Für Frontzähne haben wir jedoch, da das Jodoform Verfärbungen verursacht, nach Möglichkeit immer mit Silberzement und Silberstift abgefüllt, was auch den

Vorteil hat, bei etwaigen späteren Komplikationen einen chirurgischen Eingriff ohne weiteres anschließen zu können. In letzter Zeit haben wir auf Grund von Kontrolluntersuchungen an 17 auf diese Weise vor 12—15 Monaten behandelten und gefüllten Molaren, die in Paradentosegebissen zum Teil wegen Lockerung, zum anderen Teil aus prothetischen Gründen extrahiert werden mußten, nach Entfernung der Wurzelfüllung kein Wachstum feststellen können.

Wir haben zirka 200 Gangränfälle bei erwachsenen Personen wahllos aus dem vorhandenen Patientenstamm der konservierenden Abteilung herausgenommen und dieselben durchbehandelt. Weiterhin haben wir eine Anzahl bereits aufgegebener zur Extraktion reifer Gangränfälle durchbehandelt. Bei vielen von ihnen wurden schon lange Zeit hindurch auf der Abteilung von Praktikanten erfolglos medikamentös behandelt, oft waren klinische Erscheinungen vorhanden, die sich mit den üblichen Mitteln nicht kupieren ließen. 23 hoffnungslose Gangränfälle, die ursprünglich ohne klinische Erscheinungen waren, wurden nach vorheriger medikamentöser Behandlung mit Periodontitiden infolge medikamentöser Reizung durch Trikresolformalin übergeben. Bei einer anderen Zahl von 15 Patienten konnte einwandfrei ein Durchpressen infektiösen Kanalinhaltes in das periapikale Gebiet angenommen werden. 20 Fälle hatten chronische Periodontitis. Die übrigen waren einfache Gangränfälle. Wir gingen bei der Durchführung der Behandlung mit Diathermie grundsätzlich davon aus, daß wir nicht an der immer propagierten enorm kurzen Behandlungsdauer festhalten wollten, sondern waren nur bemüht, unter allen Umständen ein klinisch brauchbares, einwandfreies Ergebnis zu erzielen. Dabei waren wir gezwungen, die Behandlung bei manchen Fällen, vor allem bei denen, wo anamnestisch schon jahrelange Gangrän bestanden hat, auf 5, manchmal sogar auf 8 Sitzungen auszudehnen. Hiermit war meist ein klinischer Erfolg erreicht. An drei Fälle mit gutgängigen Kanälen von oberen Molaren mit akuter Periostitis können wir uns erinnern, daß trotz zehnmaliger Diathermierung und medikamentösen Zwischeneinlage mit Kamillosept zwar die anfängliche Periodontitis und Periostitis nach vorhergegangener Inzision und Trepanation zum Abklingen kam, so daß der feste Verschluß nach der ersten Sitzung gut vertragen wurde. Die Sekretion dagegen ließ erst nach der fünften Sitzung nach, so daß wir schon hofften, einen definitiven Verschluß vornehmen zu können. Eine eingeschobene Beobachtungszeit von 8 Tagen wurde jedoch vom Patienten, der nach drei Tagen mit den anfänglichen Beschwerden wieder in Behandlung kommen mußte, wegen Schmerzen nicht eingehalten. Die vorgenommene Oeffnung zeigte wieder das ursprüngliche Bild, Eiter und Sekret im Wurzelkanal, jedoch keine Schwel-

lung der Weichteile, die nach unserer Meinung zweifellos später eingetreten wäre. Auch die weitere Diathermiebehandlung dieses Falles brachte uns keine Besserung, so daß wir uns entschlossen, den Zahn nach erfolglosem Behandlungsversuch zu extrahieren. Zwei andere Fälle gleichen Charakters mußten ebenso aufgegeben werden. Nach 10 bzw. 12 Sitzungen war eine Besserung nicht mehr zu erwarten, da auch unter Zuhilfenahme der diathermischen Durchwärmung keine Besserung eintrat. Ein fester Verschluß wurde jedesmal reaktionslos vertragen. Doch zeigte sich nach jedesmaliger Oeffnung dasselbe Bild, Sekret und Blutausfluß aus sämtlichen Kanälen. An eine Wurzelfüllung war also nicht zu denken. Man kann wohl annehmen, daß bei einer Stabilisierung der Infektion im Knochen Bakterien in so großer Zahl und so starker Virulenz vorhanden sind, daß einerseits durch die lokale Behandlung im Kanal nichts erreicht wird und daß die durch die Durchwärmung gewünschte Steigerung der antibakteriellen Schutzkräfte nicht ausreicht, die Bakterien zu vernichten. In diesen Fällen konnten wir auch die Beobachtung machen, daß von den Patienten sehr lange Stromdosierungen ohne Wärmemeldung ertragen wurden. Es scheint, daß die Toleranzgrenze hierbei sehr weit herabgesetzt sein muß, da ohne Wärmeempfindung eine übliche Stromstärke (60 bis 80 M.A.) auf 30 Sekunden ausgehalten wurde und wir wegen etwaiger Verbrennungsgefahr den Strom vor einer Wärmeangabe ausschalteten. Von ähnlichen Ergebnissen berichtet Wadewitz. Bei den meisten chronischen Fällen konnten wir ein gutes Ansprechen auf die Behandlung finden. Wir verschlossen, jedesmal nach der ersten Sitzung unter Einlage eines Kamillosept-Wattefadens mit Aquadont, ohne daß Erscheinungen auftraten. In der zweiten Sitzung, wo nach Oeffnung in 50% der Fälle noch Sekret und Geruch vorhanden waren, wiederholten wir die Diathermierung, und nach einer erneuten Kamillosepteinlage schlossen wir nach nochmaliger Elektrodesinfektion die Wurzelfüllung an. Die anderen Fälle wurden bis zur Sekretfreiheit weiterbehandelt, was meistens mit 5 Sitzungen erreicht war. Die medikamentösen Reizungen waren nach der ersten Sitzung schon abgeklungen. In den Fällen, wo eine Reizung durch Durchpressen von Detritus in das periapikale Gebiet anzunehmen war, konnten wir erst nach zweimaliger Diathermierung Reaktionsfreiheit erzielen. Es kamen uns einige Fälle von Periodontitiden zur Beobachtung, die auf die ersten Sitzungen mit Hochfrequenzwurzelbehandlung nur wenig ansprachen. Es waren dies meist Periodontitiden, deren Aetiologie nicht einwandfrei war. In solchen Fällen wenden wir von Anfang an unsere Methode mit Kombination mit Diathermiedurchwärmung an und erreichen damit auch in schwersten Fällen ein fast augenblickliches Abklingen oft unerträglicher Schmerzen. Nach der Wurzelfüllung traten selten noch Reizungen auf, die wir mit 1—2 Durchwärmungen von halbstündiger Dauer bis zur Toleranzgrenze zum Abklingen bringen

konnten. Da wir die Durchwärmung bei unserer Wurzelbehandlungsmethode sehr gerne unterstützend anwenden, so möchten wir nicht versäumen, über die von uns geübte Anwendungsart einiges zu berichten. Wir benützen als Elektroden Bleiblechblättchen von der Größe 3×5 cm und einer Stärke von 1½ mm, die wir mittels einer verzahnten Elektrodenklemme nach Kowarschik an die Kabel anschließen. Diese Elektroden werden der jeweiligen Auflagefläche entsprechend zurechtgebogen und mit einem 4 cm breiten Gummiband fixiert. Um ein Abrutschen der Elektrode zu verhindern, klemmen wir das Gummiband mit der Elektrode in der Kowarschikklemme fest. Auf diese Weise können wir uns die von verschiedenen Firmen angegebenen Spezialkopfelektroden ersparen. Erwähnt sei noch, daß wir die Elektroden ohne Zwischenlage in trockenem Zustand auf die Haut auflegen. Die Lage der Elektroden zueinander soll nach Möglichkeit parallel und diametral sein, um eine gleichmäßige Durchwärmung zu erzielen. Wir verfuhren dabei so, daß wir dem Patienten die Regulierung des Apparates selbst überließen, nachdem wir ihn vorher darüber aufgeklärt haben, daß er nur bis zu mäßiger, angenehmer Wärme einschalten solle. Selbstverständlich ließen wir den Patienten unter dauernder Beobachtung einer Hilfsperson, die gegebenenfalls jederzeit in der Lage gewesen wäre, bei etwaiger Lockerung der Elektroden oder sonstigen Zwischenfällen die Apparatur auszuschalten. Es ist hierbei interessant, daß bei gleicher Elektrodengröße und absolut gleicher Elektrodenapplikation an zwei aufeinanderfolgenden Tagen die Patienten verschiedene Stromstärken, also auch verschiedene Temperaturen als Toleranzgrenze angaben. Meist wurden am ersten Tag von den Patienten höhere Stromstärken als am zweiten Tag vertragen, was man sich damit erklären kann, daß mit dem Abklingen der Reizung eine Erhöhung der Toleranzgrenzen erreicht wurde. Als Beispiele hierfür seien 2 Patienten angeführt, die am ersten Tage eine Stromstärke von 0,6 Ampere zur Durchwärmung eines |6 und eines 6| bei gleichen Elektroden spielend ertrugen. Bei der zweiten Sitzung einen Tag später konnte bei gleicher Elektrodenapplikation wie am Vortage der eine Patient nur bis 0,3 Ampere, der andere Patient nur bis 0,4 Ampere schalten. Bei einer dritten Durchwärmung waren die angewandten Stromstärken bei beiden Patienten 0,3 Ampere. Es scheinen also auch dispositionelle Momente für diese Unterschiede maßgebend zu sein.

In vorliegenden Ausführungen haben wir versucht, das seit mehreren Jahren im Schrifttum vielbesprochene und heiß umstrittene Kapitel der Diathermie-Wurzelbehandlung an Hand von umfangreichem Material auf klinische und bakteriologische Brauchbarkeit zu prüfen. Wir haben auch versucht, die verschiedenen Apparate,

die uns die Industrie an die Hand gibt, auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen und haben selbst einen neuen Apparat für spezielle zahnärztliche Zwecke konstruiert. Wir konnten bei den uns von der Firma Siemens zur Verfügung gestellten Apparaten Thermoflux A und Mikropulpatherm eine außerordentliche Betriebssicherheit und leichte Einstellbarkeit feststellen. Wenn wir uns trotzdem entschlossen haben, einen neuen Weg zur Herstellung von Diathermie-Strömen für die Zahnmedizin zu beschreiten, so geschah dies aus Gründen der Billigkeit und wegen der dem neuen Apparat anhaftenden Störungsfreiheit. Wir glauben, daß es uns hiermit gelungen ist, ein Gerät herauszubringen, das den Praktiker in die Lage versetzt, ohne Rundfunkstörung zu jeder Tageszeit mit Diathermie zu arbeiten. Das endgültige Versuchsgerät dieser Art, mit dem wir unsere Behandlungen durchführten, ist seit zwei Jahren ununterbrochen im Betrieb und arbeitet zu unserer vollsten Zufriedenheit.

Ueber unsere Ergebnisse in klinischer Hinsicht können wir kurz zusammenfassend sagen, daß wir bei der großen Anzahl von Gangränfällen, die zum Teil für extraktionsreif erklärt waren, gute Erfolge erzielt haben. Die meisten Periodontitiden auf medikamentöser Grundlage sprachen auf die Behandlung mit Diathermie verblüffend gut an, während chronische Fälle nur eine langsame Tendenz zur Besserung hatten. Eines aber muß gesagt werden: Wir waren bei der Durchführung der Behandlung grundsätzlich nicht auf die Kürze der Behandlungszeit, sondern in erster Linie auf den endgültigen Behandlungserfolg bedacht. Wir mußten die Behandlungen in schwierigen Fällen oft auf 5—8 Sitzungen ausdehnen, um zum Ziele zu gelangen. Trotzdem gab es Fälle, bei denen Diathermie auch versagte. Diese Versager dürften ihre Ursache aber nicht in der Methode der Behandlung haben, sondern sie dürften vielmehr daran liegen, daß durch eine Stabilisierung der Infektion im Knochen diese Fälle für eine nur konservierende Behandlung ungeeignet waren.

Die bakteriologischen Untersuchungen, die wir im Anschluß an die Behandlung durchführten, lieferten ebenfalls gute Erfolge, so daß wir anfänglich auch in dieser Hinsicht große Hoffnungen in die Methode setzten. Um aber die in der Literatur beschriebenen bakteriologischen Erfolge zu überprüfen, haben wir unsere Hauptuntersuchungen erst teilweise bis zu einem halben Jahr später gemacht, und zwar haben wir Proben von Wurzelfüllungen, die absolut frei von jeder Medikamentwirkung waren, auf ihren Keimgehalt untersucht. Wir konnten dabei feststellen, daß nur ⅓ der untersuchten Proben steril waren, bei einem großen Teil, etwa der Hälfte, war nach der Eröffnung an den herausgenommenen Proben deutlicher Gangrängeruch wahrzunehmen, bei einigen Fällen war sogar

Sekretion vorhanden. Bei fast sämtlichen dieser Fälle waren Kulturen von Laktikus-Hefe und Staphylokokken in reichlichem Maße vorhanden. Aus diesem Grunde haben wir uns entschlossen, ein Wurzelfüllmaterial, das den Euler'schen Forderungen entspricht, zu verwenden und haben hiermit, wie weitere bakteriologische Untersuchungen nach 12—15 Monaten ergaben, gute Resultate erzielt. Durch die Dauerdesinfektion der von uns verwendeten Jodoform-Silberpaste scheint es gelungen zu sein, zu diesen auch bakteriologisch befriedigenden Ergebnissen zu kommen. Wir können also auf Grund unserer Ergebnisse die Diathermie-Wurzelbehandlung als einen Fortschritt bezeichnen, wenngleich wir zugeben müssen, daß wir von dem Ideal einer absoluten Sterilisation weit entfernt sind.

Literatur

Bucky: Anleitung zur Diathermiebehandlung.
Kowarschik: Die Diathermie.
Laqueur: Leitfaden der Diathermiebehandlung.
Nagelschmidt: Lehrbuch der Diathermie.
Flohr: Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde.
Henseler: Chirurg. Diathermie.
Henseler-Fritsch: Einführung in die Diathermie vom medizinischen und technischen Standpunkt.
Henseler-Prinz: Die praktische Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde.
Münzesheimer: Die Wurzelbehandlung mit Hochfrequenzstrom.
Seitz: Lehrbuch der Bakteriologie für Zahnärzte.
W. Kruse: Einführung in die Bakteriologie.
Weyl: Handbuch der Hygiene, Band 8.

Zeitschriften:

Friedberg S.: Bakteriologische Untersuchungen nach Pulpa-Gangrän. Schweiz. Monatsschr. Zahnheilk. 1929, Nr. 3.
Held A.: La diathermie dans la practique dentaire courante. Ebenda 1931, Nr. 2.
Wolff H.: Was können wir von der Diathermie erwarten? 1931, Nr. 3, Ebenda.
Fischer und Schick: Anaerobe Bakterien des Wurzelkanals. Dtsch. Monatsschr. Zahnheilk. 1929, H. 7.
Balters W.: Beiträge zur Frage der Wurzelbehandlung. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1928, H. 1.
Becker: Diathermie im Dienste der Zahnheilkunde. Zahnärztl. Rundschau 1929, Nr. 28.
Müller R.: Die Diathermie in der Zahnheilk. Dtsch. Zahnärztl. Wochenschrift 1930, H. 9.
Ebbers: Die chirurg. Diathermie in der Zahnheilkunde. Dtsch. Zahnärztl. Wochenschr. 1930, H. 20.
Müller R.: Die Verwendung der Diathermie bei der Wurzelbehandlung. Dtsch. Zahnärztl. Wochenschr. 1930, H. 21.
Ebbers und Clement: Die chirurg. Diathermie bei der Wurzelbehandlung. Zahnärztl. Rundschau 1930, H. 17.
Trebitsch H.: Chirurg. Diathermie bei der Wurzelbehandlung. Zahnärztl. Rundschau 1930, H. 20.
Ebbers: Ausgewählte der zahnärztl. Chirurgie und die Diathermie. Rundschau 1930, H. 20.
Lewy M.: Kombinierte Anwendung physikalischer Behandlungsmethoden bei Pulpa- und Wurzelerkrankungen. Rundschau 1930, H. 21—22.
Wasgin K.: Noch einige Bemerkungen über die Anwendung der Diathermie in der konservierenden Zahnheilkunde, über ihre Indikation und ihre Grenzen. Rundschau 1930, H. 32.
Sturm H.: Chirurg. Diathermie bei der Wurzelbehandlung. Rundschau 1930, H. 40.
Ebbers: Ein Beitrag zur Frage der Diathermie in der Zahnheilkunde. Rundschau 1930, H. 43.
Flohr: Ein Beitrag zur Diathermiebehandlung. Rundschau 1930, H. 48.
Münzesheimer: Stellungnahme zur Diathermiebehandlung. Rundschau 1931, H. 2.

Wasgin: Bemerkungen über die Verwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde. Rundschau 1931, H. 3.
Feiler: Verkochung der Granulome mit chirurg. Diathermie. Rundschau 1931 H. 5.
Mamlok J.: Betrachtungen über Münzesheimer Stellungnahme zur Diathermiebehandlung. Rundschau 1931, H. 5.
Heinemann: Praktische Gesichtspunkte zur Wurzelbehandlung. Rundschau 1931, H. 13.
Balters W.: Was sagen Wissenschaft und Erfahrung zu den Mitteln und Wegen in der Wurzelbehandlung. Rundschau 1931, H. 20 und 21.
Ebbers: Entgegnung auf Balters. Rundschau 1931, H. 24.
Lewy: Bakteriologische Untersuchungen mit radioaktiven Substanzen und die Dauersterilisation des Wurzelkanals mit Radiolix. Rundschau 1931, H. 24.
Wadewitz L.: Ueber Wurzelbehandlung mit Diathermie nach bisherigen Erfahrungen und eigenen Untersuchungen. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1932, H. 1.
Wadewitz: Folgeerscheinungen Pulpa-Gangrän . . . Ebenda, H. 15.
Feiler E.: Die Ausheilung von Granulomen und Fisteln mit Diathermie. Dtsch. Zahnärztl. Wochenschr. 1930, H. 20.
Feiler E.: Die rationelle Therapie der Erkrankung der Pulpa und des Apic. Paradentiums, mit besonderer Berücksichtigung der Diathermie. Dtsch. Zahnärztl. Wochenschr. 1931, H. 4.
Feiler E.: Wurzelfüllungsmethoden in Misch, Fortschr. der Zahnheilk. 1928, H. 6.
Fischer G.: Ziele und Möglichkeiten der modernen Wurzelbehandlung. Zahnärztl. Rundschau 1929, H. 43/44.
Schick: Die Bakterien des infizierten Wurzelkanals und ihre Bekämpfung zur Durchführung einer erfolgreichen Wurzelbehandlung. Dtsch. Zahnärztl. Wochenschr. 1931, H. 7.
Feiler E.: Die Erkrankungen des Apic. Paradentiums. Misch, Fortschr. 1931, H. 5.
Kristiansen: Die Diathermie in der Zahnheilkunde. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk. 1929, H. 4.
Sturm H.: Ueber Asepsis und Kaltkaustik bei der Wurzelbehandlung. Zeitschr. f. Stomatologie 1927, H. 10.
Gottlieb und Orban: Veränderungen im Periodontium nach chirurgischer Diathermie. Zeitschr. f. Stomat. 1930, H. 12.
Klein: Einige Mitteilungen über die Anwendung des Diathermiestromes in der Zahnheilkunde. Zeitschr. f. Stomat. 1929, H. 5.
Becker: Die Diathermie im Dienste der Zahnheilkunde. Zahnärztl. Rundschau 1929, H. 28, 34.
Feiler E.: Zur Behandlung der Paradentitis apicalis. Zahnärztl. Rundschau 1929, H. 46.
Clement: Zum Kapitel Diathermie in der Zahnheilkunde. Rundschau 1930, H. 5.
Flohr: Die chirurg. Diathermie bzw. Elektrokoagulation in der Wurzelbehandlung. Rundschau 1930, H. 7, 13.
Wasgin: Kritische Betrachtungen über die Anwendung der Diathermie in der Zahnheilkunde, über ihre Indikation und ihre Grenzen. Rundschau 1930, H. 14.
Mamlok: Diathermie, Erwiderung auf Wasgin. Zahnärztl. Rundschau 1930, H. 17.

Lebenslauf

Geboren am 5. Juli 1908 als erster Sohn des Dentisten Rudolf Wild und seiner Ehefrau Rosa, geb. Wiednmann, besuchte ich vom Jahre 1914 ab die Volksschule und trat nach deren vierjährigem Besuch im Jahre 1918 in das Ludwigs-Gymnasium in München ein. Dort erhielt ich am 7. April 1927 das Reifezeugnis. Zum Sommersemester 1927 immatrikulierte ich mich in München als Student der Zahnheilkunde. Nach dem Wintersemester 1929 bestand ich die zahnärztliche Prüfung und legte nach weiteren 4 Semestern das zahnärztliche Staatsexamen in München ab. Am 11. August 1931 erhielt ich die Approbation. Von da an war ich an der konservierenden Abteilung der Universitätszahnklinik in München bis zum November 1933 als Assistent tätig. Seither habe ich mich als prakt. Zahnarzt niedergelassen.